



Marktplatz

Künstliche Intelligenz in der Produktentstehung





KI-MARKTPLATZ

Künstliche Intelligenz in der Produktentstehung

Herausgeber:

Heinz Nixdorf Institut, Universität Paderborn

Verfasser:

Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu

M.Sc. Leon Özcan

M.Sc. Patrick Ködding

M.Sc. Marc Foullois

M.Sc. Ruslan Bernijazov

Inhalt

1	Einleitung	4
2	Produktentstehung	5
3	Künstliche Intelligenz	7
4	KI in der Produktentstehung	9
5	Industrielle Anwendungen	12
6	Zusammenfassung und Ausblick	14
	Literaturverzeichnis	15
	Impressum	21

1 Einleitung

In der Bundesrepublik Deutschland wurde 2018 mit Produktinnovationen ein Umsatz von 759 Mrd. Euro erzielt [DDF20], [ZEW20]. Produktinnovationen liefern somit einen substantiellen volkswirtschaftlichen Beitrag und sind für den zukünftigen Erfolg von Unternehmen von entscheidender Bedeutung. Diese Bedeutung für den Wirtschaftsstandort Deutschland wird gestützt durch aktuelle Innovationserhebungen. Demnach zählt Deutschland im internationalen Vergleich zu den innovativsten Ländern weltweit [FSF+20-ol], [JL20-ol]. Der zentrale Treiber für Produktinnovationen ist die Produktentstehung. Hier wird festgelegt, welche Marktleistungen ein Unternehmen für die Märkte von morgen entwickelt [EAS12], [GDE+19].

In den vergangenen Jahren haben sich sowohl Marktleistungen als auch die Entwicklung von Marktleistungen grundlegend verändert. Die Ursache hierfür ist der technologische Wandel, der sich in der Entwicklung von mechanischen über mechatronische bis hin zu intelligenten technischen Systemen widerspiegelt. Diese zeichnen sich durch eine inhärente kognitive Informationsverarbeitung aus [GTD13]. Funktionsumfang und Vernetzungsgrad nehmen zu, wodurch die Komplexität von Marktleistungen steigt [Rie07]. Nicht nur die Marktleistungen selbst, sondern auch die Entstehung dieser ist mit einer steigenden Kom-

plexität verbunden. Diese wird durch den Einsatz disziplinübergreifender Entwicklungsmethoden, zunehmender Tool-Unterstützung sowie einem ganzheitlichen Produktdatenmanagement (PDM) bzw. Produkt-Lebenszyklusmanagement (PLM) adressiert.

Durch den Einsatz solcher Software-Tools entstehen vermehrt Daten in der Produktentstehung. Neben den Daten aus der Produktentstehung können verstärkt auch Daten aus dem Betrieb von Marktleistungen (z. B. Nutzungsdaten von Kunden) in der Produktentstehung genutzt werden. Hieraus ergeben sich vielfältige Potentiale für aber auch neue Anforderungen an die Gestaltung von Produktentstehungsprozessen. Diese Potentiale werden von Unternehmen noch nicht konsequent ausgeschöpft [Bun18-ol], [aca17-ol], [DDF20].

Der Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) hat das Potential, mit der immensen Menge an Daten umzugehen und dadurch die Effizienz und Qualität in den Prozessen der Produktentstehung zu steigern. Das Marktforschungsunternehmen GARTNER hat „AI-driven development“ 2019 als einen Top 3 Strategic Technology Trend identifiziert [Gar18-ol]. Die Potentiale von KI in der Produktentstehung werden in diesem Beitrag umfassend analysiert und vorgestellt.

Grundlage für die Innovationen von morgen ist die Produktentstehung.

Der Einsatz von KI kann Effizienz und Qualität in den Prozessen der Produktentstehung steigern.

Das diesem Bericht zugrundeliegende Forschungs- und Entwicklungsprojekt wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) innerhalb des „Innovationswettbewerbs Künstliche Intelligenz“ gefördert.

2 Produktentstehung

Alle erforderlichen Tätigkeiten zur Entstehung eines technischen Produkts und ggf. damit verbundener Dienstleistungen werden in der Produktentstehung gebündelt. Sie erstreckt sich von der Generierung erster Geschäftsideen bis zum Serienanlauf. Das 4-Zyklen-Modell der Produktentstehung unterteilt die Tätigkeiten in die Zyklen *Strategische Produktplanung*, *Produktentwicklung*, *Dienstleistungsentwicklung* und *Produktionssystementwicklung*, welche die Hauptaufgabenbereiche der Produktentstehung darstellen (vgl. Bild 1) [GDE+19].

Im **ersten Zyklus** (Strategische Produktplanung) wird das Vorgehen vom Finden der Erfolgspotentiale der Zukunft bis zum Erfolg versprechenden Entwicklungsauftrag beschrieben. Er umfasst die Aufgabenbereiche Potentialfindung,

Produktfindung und Geschäftsplanung. Der **zweite Zyklus** (Produktentwicklung) umfasst die fachgebietsübergreifende Produktkonzipierung, den Entwurf und die Ausarbeitung in den jeweiligen Fachgebieten sowie die Integration der Ergebnisse zu einer Gesamtlösung. Ziel des **dritten Zyklus** (Dienstleistungsentwicklung) ist die Umsetzung einer Dienstleistungsidee in einer Marktleistung [BS06]. Die Dienstleistungsentwicklung setzt sich aus den Aufgaben Dienstleistungskonzipierung, Dienstleistungsplanung und Dienstleistungsintegration zusammen [MB02]. Den Ausgangspunkt des **vierten Zyklus** (Produktionssystementwicklung) bildet die Konzipierung des Produktionssystems. Dabei sind die vier Aspekte Arbeitsablaufplanung, Arbeitsmittelplanung, Arbeitsstättenplanung und Produktionslogistik integrativ zu betrachten [GDE+19].

Die Produktentstehung setzt sich aus vier Zyklen zusammen: *Strategische Produktplanung*, *Produktentwicklung*, *Dienstleistungsentwicklung* und *Produktionssystementwicklung*.

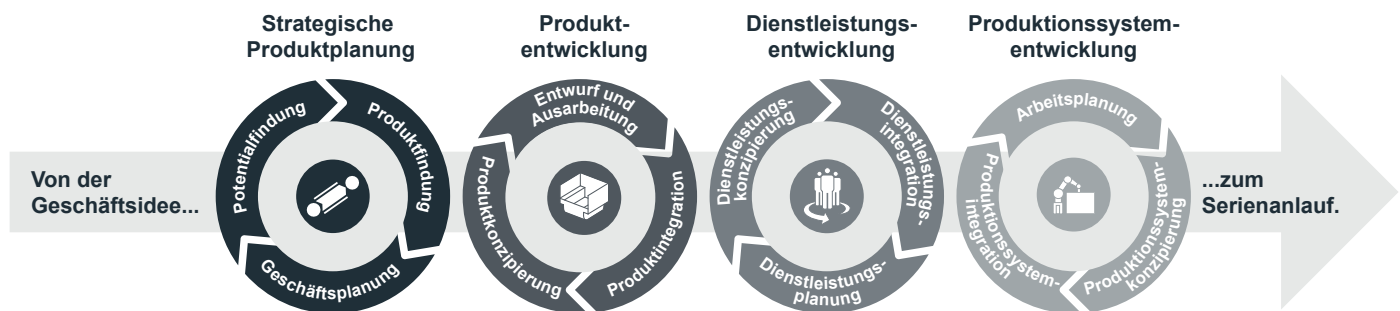
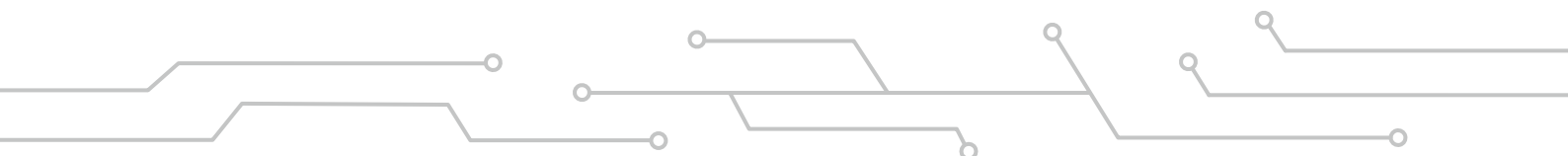


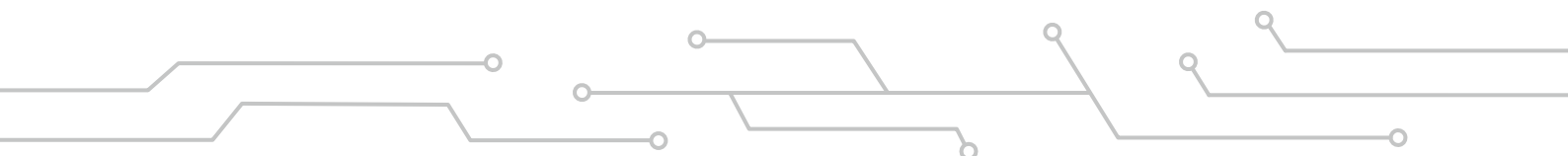
Bild 1: Das 4-Zyklen-Modell der Produktentstehung in Anlehnung an [GDE+19], [GAD+14]



Produkt-, Dienstleistungs- und Produktionssystementwicklung sind parallel und eng aufeinander abgestimmt voranzutreiben. Nur so wird sichergestellt, dass alle Möglichkeiten der Gestaltung einer leistungsfähigen und innovativen Marktleistung ausgeschöpft werden. Das 4-Zyklen-Modell der Produktentstehung verdeutlicht auch, dass die Entwicklung von technischen Produkten und damit verbundenen Dienstleistungen auf dem komplexen Zusammenwirken mehrerer Fachdisziplinen beruht. Jede dieser

Fachdisziplinen greift dabei auf die für sie erforderlichen Softwareanwendungen zurück und generiert Daten. Marktleistungen und ihre Entstehung werden komplexer und führen zu steigenden Anforderungen an Entwickler, wodurch eine effiziente Produktentstehung erforderlich wird. Parallel nimmt die Verfügbarkeit von Daten zu. Für die Steigerung der Effizienz in Produktentstehungsprozessen stellt die Unterstützung durch KI daher einen Erfolg versprechenden Ansatz dar [GDE+19], [BFH+18-ol], [SKM19].

Steigende Anforderungen an Entwickler machen eine effiziente Produktentstehung erforderlich.



3 Künstliche Intelligenz

Der Begriff KI wird meist auf ALAN TURING zurückgeführt. Dieser formulierte 1950 die Idee, dass eine Maschine die kognitiven Fähigkeiten eines Menschen aufweisen kann [RN10]. Medienwirksam wurde das erstmals 1997 nachgewiesen, als die Anwendung Deep Blue des US-amerikanischen Technologieunternehmens IBM den amtierenden Weltmeister im Schach besiegte [CHH02]. Nach 14 Jahren gelang es IBM erneut, einen Meilenstein der KI-Entwicklung zu schreiben. Das Computerprogramm Watson gewann die Quizsendung Jeopardy, bei der eine Frage auf eine gegebene Antwort gestellt werden muss [Hig12]. Das zu Google gehörende Unternehmen DeepMind entwickelte 4 Jahre später die Anwendung AlphaGo. Diese gewann im Brettspiel Go gegen den damaligen drittbesten Spieler der Welt. Die Besonderheit gegenüber dem Triumph von Deep Blue im Schach ist, dass das Brettspiel Go aufgrund seiner unzähligen Zugmöglichkeiten die Komplexität von Schach deutlich übersteigt [BS18]. Auf Grundlage der Beispiele wird deutlich, dass die Entwicklungszyklen von KI-Anwendungen kontinuierlich kürzer werden [AH18].

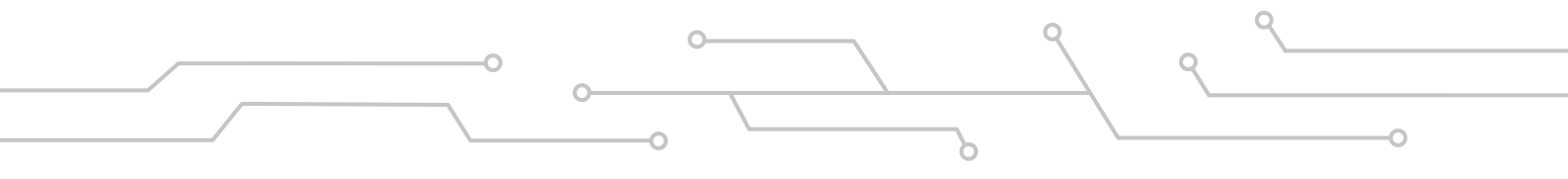
Obendrein ist anhand der beschriebenen Beispiele erkennbar, dass KI-Anwendungen aktuell nur in der Lage sind, in einem spezifischen, eng definierten Kontext intelligent Probleme zu lösen. SEARLE

prägte 1980 die Begriffe der starken und schwachen KI [Sea80]. Starke KI liegt vor, wenn die intellektuellen Fähigkeiten von Menschen erreicht oder übertroffen werden. Dagegen ist schwache KI auf das Lösen eines konkreten Anwendungsproblems begrenzt. Vor diesem Hintergrund sind alle heute verfügbaren Anwendungen von KI dem Bereich der schwachen KI zuzuordnen [RN10].

Das Verständnis des Begriffs KI hat sich in den vergangenen Jahrzehnten stetig gewandelt. Die Grenzen von KI verschieben sich dabei in Abhängigkeit von der technologischen Machbarkeit sowie der Durchsetzungskraft verschiedener Interessensgruppen [MLF+18], [MHG20]. Ende des 20. Jahrhunderts waren Expertensysteme mit einer Parameter- und Datenbankauswertung wie bei Deep Blue neue Verfahren der Künstlichen Intelligenz, welche heute bereits im Alltag etabliert sind. IBM nutzte für Watson die Fähigkeit, natürliche Sprache zu verstehen. Heute ist diese Fähigkeit durch z. B. Alexa und Siri für viele Menschen allgegenwärtig. Aufgrund dieses kontinuierlichen Wandels ist eine einheitliche Begriffsdefinition mit Herausforderungen verbunden. Selbst für den Begriff der menschlichen Intelligenz gibt es bis heute eine Vielzahl verschiedener Definitionen [Gar02].

Künstliche Intelligenz beschreibt die Idee, dass eine Maschine die kognitiven Fähigkeiten eines Menschen aufweisen kann.

KI-Anwendungen werden in immer kürzeren Zyklen entwickelt, können aktuell jedoch nur spezifische Probleme lösen.



Das Forschungsfeld KI beschäftigt sich mit der Eigenschaft von IT-Systemen, intelligente Verhaltensweisen zu zeigen [BD17]. Diese Systeme, welche in der Regel reine Softwaresysteme sind, haben verschiedene Fähigkeiten, um mit der Umwelt zu interagieren. Diese Fähigkeiten können zu unterschiedlichen Anteilen in einem System enthalten sein. KI-Systeme können mit der Umwelt interagieren, aus Informationen lernen und ein menschliches Gedächtnis simulieren. Verfahren aus dem Bereich

Wissensverarbeitung werden genutzt, um Handlungen auszuführen, wobei sie sich durch stetiges Lernen verbessern (vgl. Bild 2) [HDP+17].

Aufgrund dieser Fähigkeiten kann KI auch als eine komplexe Informationsverarbeitung angesehen werden [Bor94]. KI wird daher als Sammelbegriff aufgefasst, unter dem maschinelle Lernverfahren, Data Science sowie wissensbasierte Ansätze zusammengefasst werden.

KI wird als Sammelbegriff aufgefasst, unter dem maschinelle Lernverfahren, Data Science sowie wissensbasierte Ansätze zusammengefasst werden.

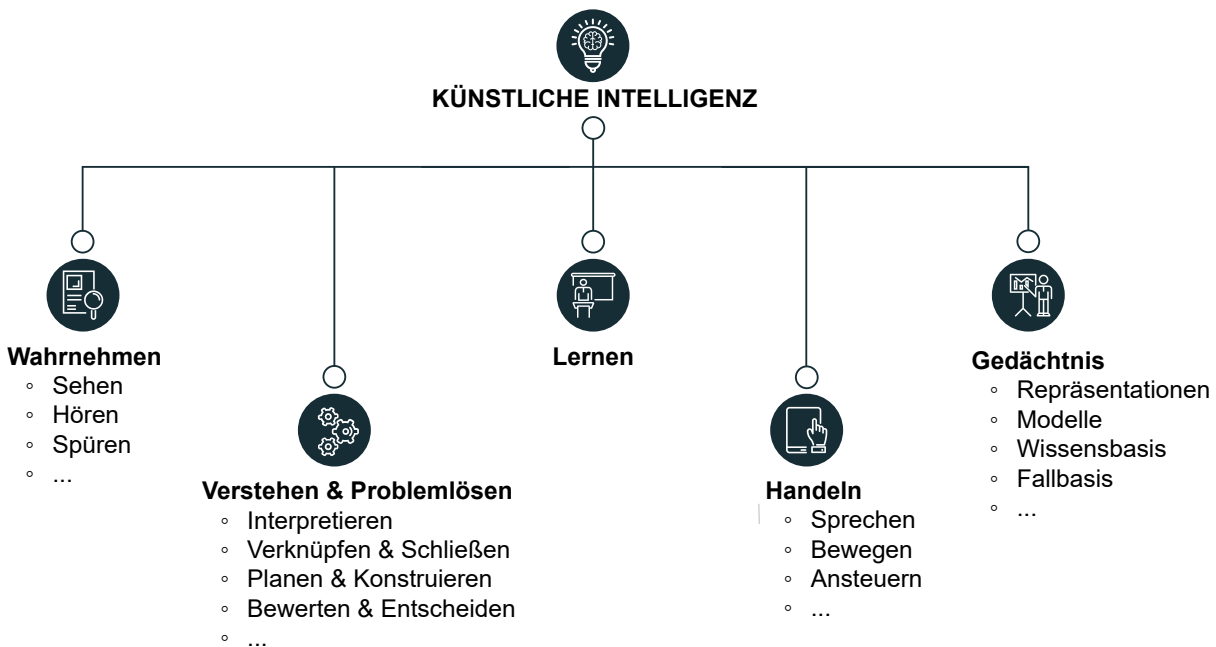


Bild 2: KI-Fähigkeiten [HDP+17]

4 KI in der Produktentstehung

KI-Anwendungen sind im Begriff, branchenübergreifende Veränderungen hervorzurufen [aca16], [Wah17], [BS19]. MCKINSEY geht beispielsweise davon aus, dass KI das deutsche BIP pro Jahr um bis zu 1,3 % erhöhen kann, PURDY und DAUGHERTY erwarten ein zusätzliches Wachstum von bis zu 2 % pro Jahr [McK18-ol], [PD16-ol]. Für das verarbeitende Gewerbe in Deutschland wird bis 2023 eine zusätzliche kumulierte Bruttowertschöpfung von 32 Mrd. Euro erwartet [SBW+18]. Der Einsatz von KI verspricht vor allem für wissensintensive Tätigkeiten enormes Nutzenpotential. Mit Hilfe von KI-Verfahren können Daten entlang des gesamten Produktlebenszyklus nicht nur effizienter gesammelt und verarbeitet werden, sondern auch automatisch Wissen generiert werden [DDF20], [SKM19], [BFH+18-ol]. Dies führt dazu, dass komplexe Zusammenhänge ohne großen Aufwand identifiziert werden können. Folglich können KI-Anwendungen von der strategischen Produktplanung bis hin zu

der Produktionssystementwicklung einen wesentlichen Mehrwert liefern. Sie können die Entwicklungskapazitäten sowie die Effizienz in Entwicklungsprojekten um mehr als 10 % erhöhen. Gleichzeitig lassen sich die Entwicklungszeit und die späteren Herstellungskosten deutlich reduzieren (vgl. Bild 3) [DDF20], [GWS+19-ola].

Ebenso kann KI dazu beitragen, teuren Fehlschlägen bei der Entwicklung neuer Marktleistungen vorzubeugen. Folglich kann KI nicht nur den Entwicklungsprozess verbessern, sondern auch Entwicklungsrisiken minimieren und damit die später anfallenden Produktionskosten verringern [McK17-ol], [KJ18-ol], [DDF20]. Von diesen Nutzenpotentialen und den damit verbundenen Einsatzmöglichkeiten kann insbesondere der Maschinen- und Anlagenbau profitieren, welcher als Innovationsmotor der deutschen Wirtschaft gilt [VDMA17].

Mit KI in der Produktentstehung können die Entwicklungskapazitäten sowie die Effizienz in Entwicklungsprojekten erhöht werden. Gleichzeitig lassen sich die Entwicklungszeit und die späteren Herstellkosten reduzieren.

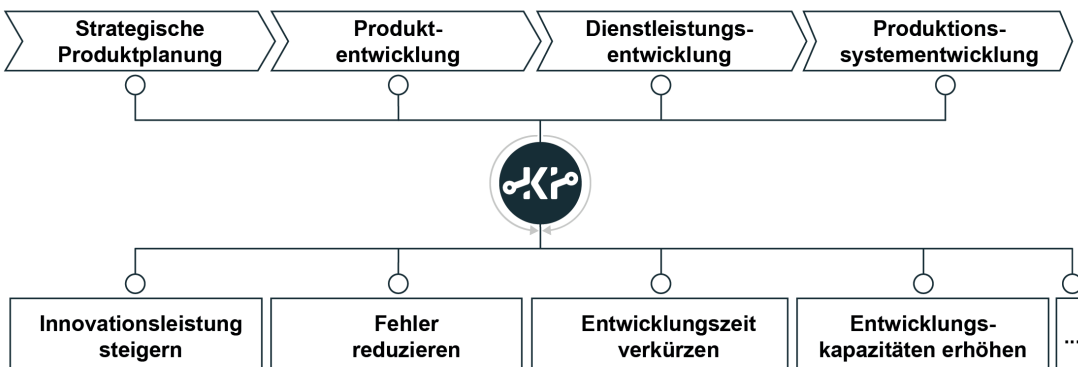
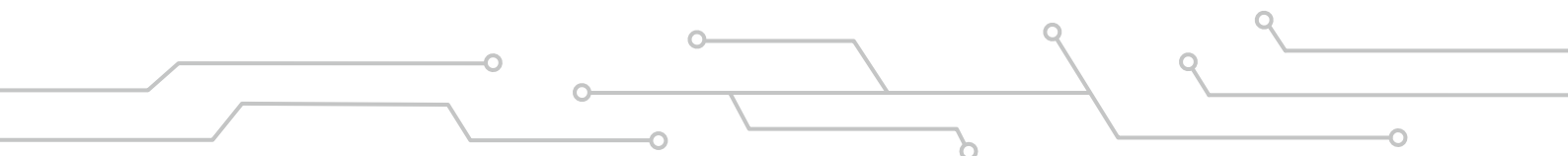


Bild 3: Nutzenpotentiale von KI in der Produktentstehung in Anlehnung an [GWS+19-ola], [McK17-ol]



In der Produktentstehung ergeben sich mannigfaltige Einsatzmöglichkeiten für KI-Anwendungen [DDF20]. Es gibt bereits einige konkrete Anwendungen, die diese Einsatzmöglichkeiten aufzeigen und sich den vier Zyklen der Produktentstehung zuordnen lassen:

Strategische Produktplanung

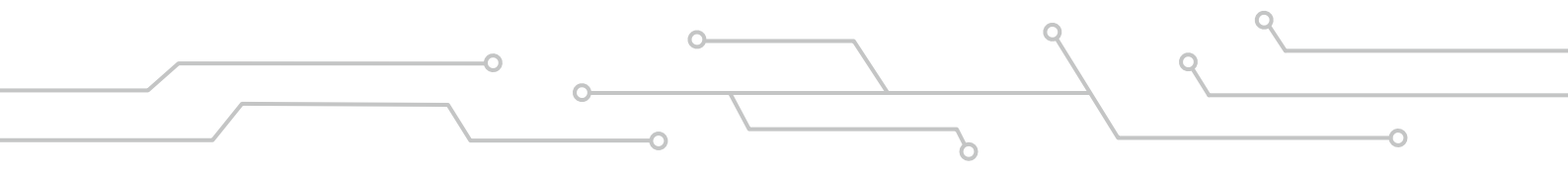
KI-Anwendungen können im Rahmen der strategischen Produktplanung verschiedene Tätigkeiten unterstützen bzw. übernehmen – von der Technologievorausschau über Markt- und Wettbewerbsanalysen bis hin zu Geschäftsprognosen. Für die Trendanalyse und die Technologievorausschau lässt sich das Text Mining nutzen. Auf diese Weise lassen sich Daten, wie z. B. Patente, automatisch filtern und anhand von Schlüsselwörtern oder ihrer Relevanz bewerten [SFT+18]. Marktanalysen lassen sich durch die Stimmungsanalyse innerhalb von Communities bzw. Internetforen anreichern. KI-Anwendungen können z. B. Aufschluss über Produktfunktionen geben, mit denen die Nutzer unzufrieden sind [DL07]. Weitere KI-Anwendungen befassen sich mit der Erstellung von Geschäftsprognosen. Nutzer können z. B. bei der Erstellung, Schulung und Bereitstellung eines Prognosemodells zur Antizipation der Verbrauchernachfrage unterstützt werden. Hierdurch wird zur Verbesserung der Planung und Entschei-

dungsfindung beigetragen [Ano20-ol], [SAS20-ola].

Produktentwicklung

KI-Anwendungen können den Nutzer in der Produktentwicklung bei der Anforderungsanalyse, Designgenerierung und Modellintegration unterstützen. Für den Bereich der Anforderungsanalyse existieren bereits zahlreiche KI-Anwendungen [SHB19]. Mit Hilfe von natürlicher Sprachverarbeitung können beispielsweise textuelle Anforderungen analysiert und hinsichtlich der Anforderungsqualität bewertet werden [Liu18-ol]. Um die Entwicklungszeit zu verkürzen, optimieren Unternehmen zunehmend Entwicklungsprozesse mit Hilfe von KI. In zahlreichen Branchen, von der Luft- und Raumfahrt über die Automobilindustrie bis hin zum Bauwesen, findet in diesem Kontext Generative Design bereits heute breite Anwendung. Entsprechende KI-Anwendungen können anhand von wenigen Informationen zu Konstruktionszielen, Produkteigenschaften, Materialien etc. binnen kürzester Zeit eine Vielzahl von Produktvarianten und -designs generieren. Auf diese Weise können sowohl völlig neue, bisher unmöglich erscheinende Designs entwickelt als auch die zu verwendenden Materialien und Fertigungsverfahren optimiert werden [Aut20-ol], [SH18].

Entlang des Produktentstehungsprozesses gibt es eine Vielzahl an konkreten Anwendungen, die Potentiale von KI aufzeigen.



Dienstleistungsentwicklung

Viele Einsatzmöglichkeiten aus der Produktentwicklung sind auf die Dienstleistungsentwicklung übertragbar. So können KI-Anwendungen Daten auch für Tests und die Validierung von Dienstleistungen nutzen oder aber die Umsetzung einer Dienstleistungsidee in eine Marktleistung unterstützen [GWS+19-olb]. Beispielsweise können Werbeagenturen mit Hilfe von KI Drehbücher für Werbespots entwickeln, die sich nur wenig von der Qualität menschlicher Leistungen unterscheiden [O'R17-ol].

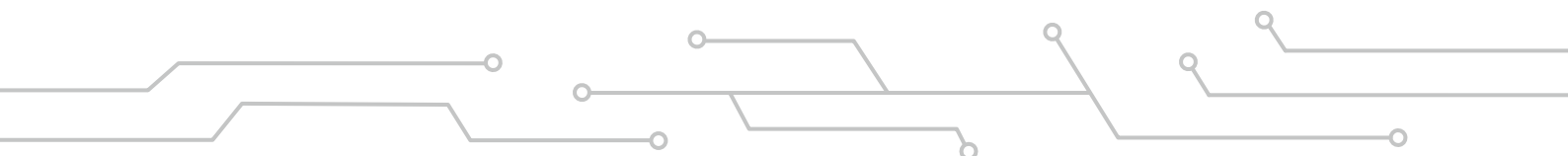
Produktionssystementwicklung

Die Optimierung vorhandener Produktionssysteme mit Hilfe von KI erfährt bereits eine hohe Verbreitung. Anhand von Sensordaten und Methoden des maschinellen Lernens können automatisch verschiedene Zustände einer Maschine und deren idealer Produktionsablauf erlernt werden. Darauf aufbauend

lassen sich Anomalien im Produktionsprozess detektieren, betroffene Bauteile identifizieren und damit die Produktqualität erhöhen [MWM+18], [SAS20-olb]. Allerdings ist die KI-basierte Entwicklung neuer Produktionssysteme für neue Produkte noch nicht weit verbreitet.

Die skizzierten Anwendungsmöglichkeiten lassen das breite Spektrum von KI in der Produktentstehung erahnen. Durch Übernahme von Routinearbeiten kann die Arbeitsbelastung der Entwickler reduziert und die Wertschöpfung durch die Fokussierung auf Kernaufgaben erhöht werden. Unternehmen stehen vor der Herausforderung, diese Lösungen nutzenstiftend in ihre Prozesse zu integrieren. Im Rahmen von Forschungsprojekten wie dem KI-Marktplatz können Unternehmen gemeinsam mit Partnern aus Forschung und Industrie erste Anwendungsbeispiele pilotieren.

Unternehmen stehen vor der Herausforderung, KI nutzenstiftend in ihre Prozesse zu integrieren.



5 Industrielle Anwendungen

Im Rahmen des Verbundprojekts KI-Marktplatz werden KI-Anwendungen für die Produktentstehung gemeinsam mit Industriepartnern umgesetzt. In diesem Abschnitt werden zwei ausgewählte Anwendungsbeispiele im Detail vorgestellt.

Mit dem Berliner Unternehmen UBERMETRICS, ein Spezialist für KI-gestützte Marktanalysen, wird eine Anwendung für die intelligente Produktbeobachtung realisiert. Mit dieser KI-Anwendung können Industrieunternehmen relevante Informationen über ihre Produkte aus unstrukturierten Texten extrahieren und analysieren. Industrieunternehmen erhalten Informationen darüber, wie bestehende und neue Produkte von Kunden wahrgenommen werden (vgl. Bild 4). Daraus können Anforderungen an neue Produktideen abgeleitet oder Marktchancen für bestehende Produkte eingeschätzt werden. Darüber hinaus können Industrieunternehmen über mög-

liche Konkurrenzprodukte und deren öffentliches Feedback informiert werden. Im Rahmen der Produktentstehung können Ingenieure die daraus gewonnenen Erkenntnisse in die Entwicklung von zukünftigen Produktgenerationen einfließen lassen und dadurch die Erfolgsaussichten eines Produkts erhöhen. Für produzierende Unternehmen können auch nicht-öffentliche Textquellen wie z. B. Beschwerdemails, Serviceberichte oder Reklamationsreports für die Analyse herangezogen werden.

UBERMETRICS entwickelt seinen KI-basierten Ansatz zur Textanalyse dahingehend weiter, dass sie dem Tool-Anwender ein produktbezogenes Feedback ermöglichen. Wesentlicher Bestandteil dieser Weiterentwicklung ist die automatisierte Erkennung von Produkteigenschaften. Die Projektarbeit wird in der Erstellung einer Software zur Produktbeobachtung münden, die auf dem KI-Marktplatz bereitgestellt wird.

UBERMETRICS entwickelt ein Tool zur intelligenten Produktentstehung. Daraus gewonnene Erkenntnisse fließen in die Entwicklung von zukünftigen Produktgenerationen ein.

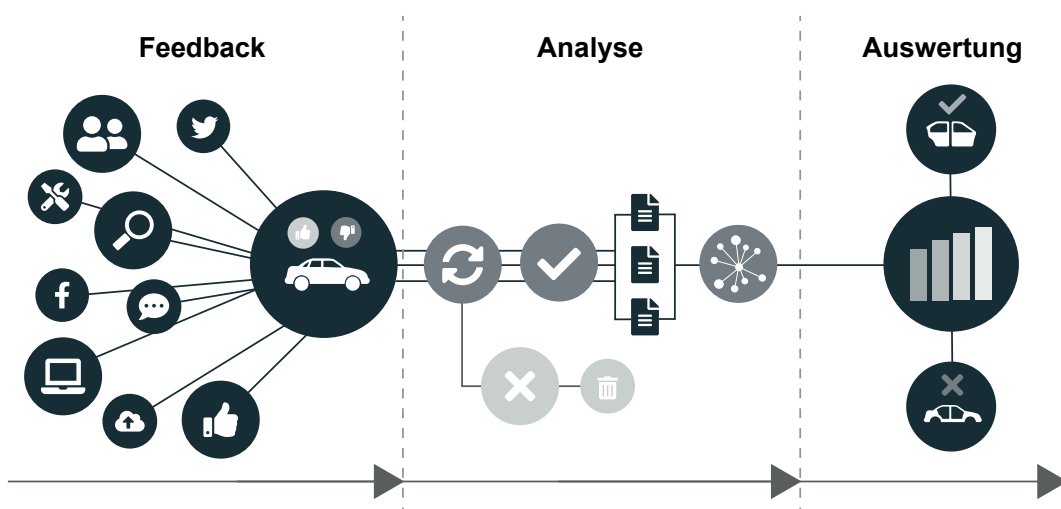
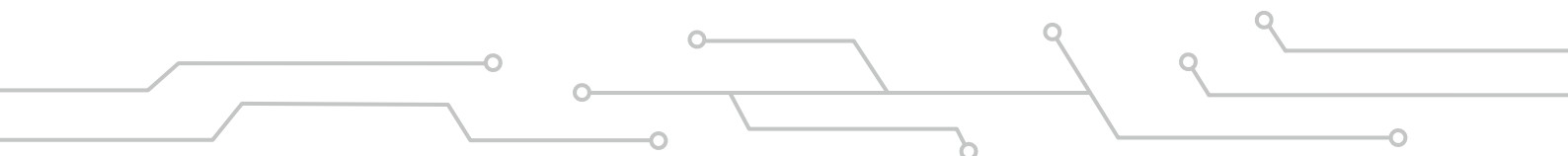


Bild 4: Ansatz zur intelligenten Produktbeobachtung von Ubermetrics



Ein weiteres Anwendungsbeispiel für KI in der Produktentstehung wird mit der Firma CLAAS KGaA mbH realisiert. CLAAS ist ein deutscher Landmaschinenkonzern mit Sitz im ostwestfälischen Harsewinkel. Im Verbundprojekt KI-Marktplatz entwickelt und erprobt CLAAS gemeinsam mit der Fraunhofer-Gesellschaft die Anwendung von KI in Computer Aided Design und Engineering (CAx). Vor dem Hintergrund der stetig steigenden Komplexität und Variantenvielfalt von Produkten spielt die Wiederverwendung von einzelnen Bauteilen eine große Rolle. Werden Bauteile wiederverwendet, können Industrieunternehmen Herstell-, Entwicklungs- und Lagerkosten einsparen. Die Suche nach solchen Gleichteilen ist jedoch mit Herausforderungen verbunden. Einzelne Bauteile werden oft im projektspezifischen Kontext entwickelt und sind somit nicht von Anfang an für die Wiederverwendung als Standardteil vorgesehen. Ferner können Gleichteile oft nicht gefunden werden, da die Stammdaten nicht korrekt gepflegt sind. Aus diesem Grund wird in dem Verbundprojekt KI-Marktplatz ein intelligentes Gleichteilemanagement konzipiert und

prototypisch umgesetzt (vgl. Bild 5). Bestehende Tools, die eine intelligente Suche von Bauteilen anbieten, benutzen vorwiegend eine topologische Sortierung anhand ausgewählter Eigenschaften oder vortrainierte neuronale Netze. Die Vision des intelligenten Gleichteilemanagements bei CLAAS ist die Erprobung einer KI-Anwendung, welche anhand von Geometrien, Funktionen und Metadaten ähnliche Bauteile erkennt und dabei eigene Kriterien bildet. Das Wissen der Nutzer sowie deren Feedback über Wiederverwendung, Anpassung oder Ablehnung von Bauteilen wird genutzt, um die Leistungsfähigkeit der KI-Anwendung zu verbessern.

Mit dieser Anwendung soll zunächst die Teilevielfalt in der Datenbank reduziert werden. In einem weiteren Schritt sollen die Entwickler schon während der Konstruktion potentielle Gleichteile oder auch Evolutionsstufen von Bauteilen vorgeschlagen bekommen. Dadurch verringert sich der Aufwand für die Bauteilkonstruktion, was zu einer Reduzierung der Kosten führt.

Die Firma CLAAS entwickelt gemeinsam mit dem Fraunhofer IEM eine Anwendung, die KI in Computer Aided Design und Engineering (CAx) integriert.

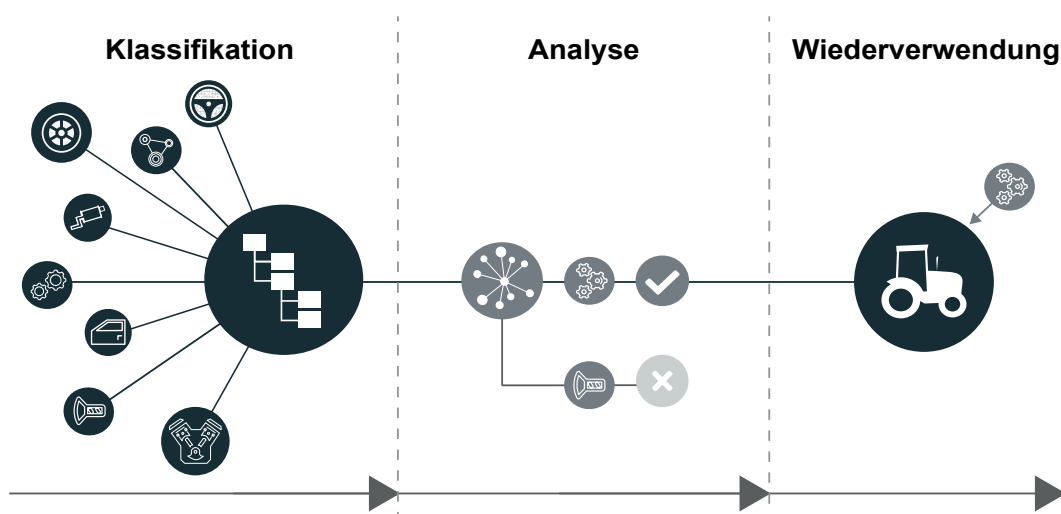
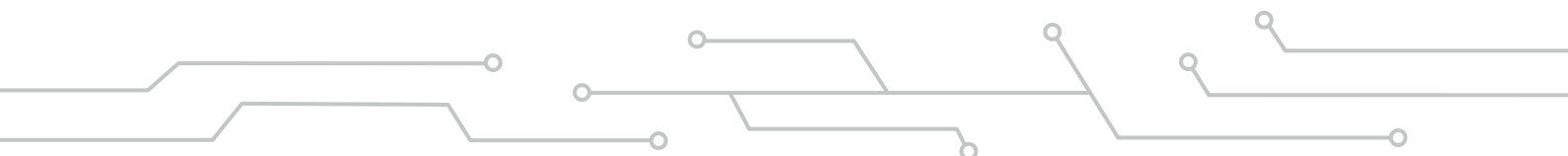


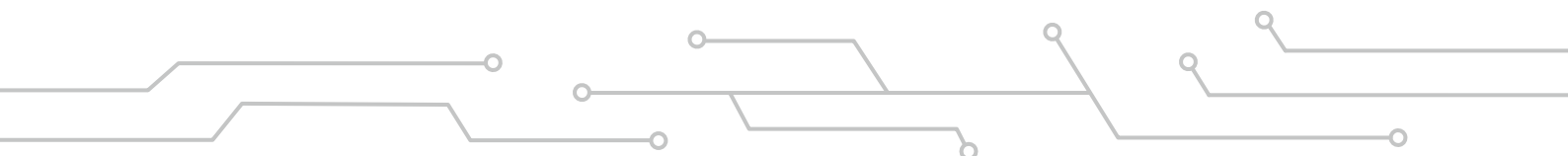
Bild 5: Vision eines intelligenten Gleichteilemanagements



6 Zusammenfassung und Ausblick

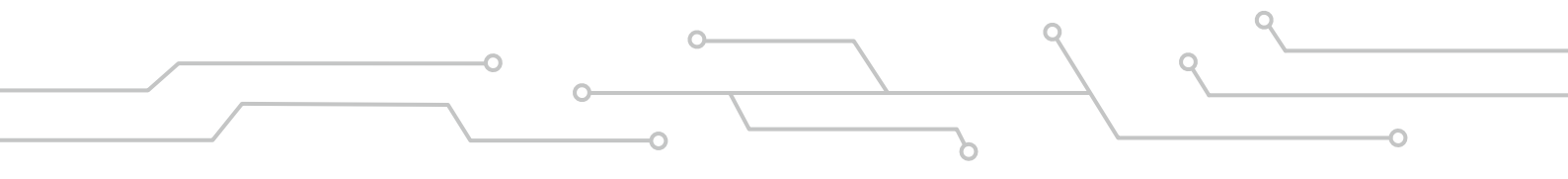
In der Produktentstehung wird festgelegt, welche Marktleistungen ein Unternehmen für die Märkte von morgen anbietet. Die Produktentstehung ist somit zentraler Treiber hinter Produktinnovationen, die für Deutschland von zentraler volkswirtschaftlicher Bedeutung sind. Da jedoch Produkte immer komplexer und Entwicklungszyklen immer kürzer werden, sieht sich das verarbeitende Gewerbe mit der Herausforderung konfrontiert, den Produktentstehungsprozess effizienter zu gestalten. Ansätze der künstlichen Intelligenz sind ein Hebel, um diese Herausforderung zu meistern. Mit dem Einsatz von KI-Verfahren bieten sich Unternehmen zahlreiche Möglichkeiten für die Verbesserung ihrer Produkte, Dienstleistungen und Produktionsprozesse. KI-Anwendungen können hier einen wesentlichen Mehrwert für eine effizientere und qualitativ hochwertigere Entstehung von Produkten liefern: Richtig eingesetzt, eröffnet KI neue Möglichkeiten zur Datenauswertung und ebnet den Weg zur Entwicklung innovativer, stark verbesserter Produkte mit erheblich gesteigertem Kundenwert. Zur Erschließung dieser Potentiale mangelt

es produzierenden Unternehmen jedoch häufig an ausreichender Expertise. Anbietern von KI-Anwendungen wiederum fehlt der Zugang zu Domänenwissen, um Lösungen für konkrete Probleme der Unternehmen zu entwickeln. Diese Probleme werden im Projekt **KI-Marktplatz: Das Ökosystem für Künstliche Intelligenz in der Produktentstehung** adressiert. In dem Projekt arbeiten 19 Organisationen daran, das Potential von Künstlicher Intelligenz in der Produktentstehung zu erschließen. Konkret entsteht eine digitale Plattform, die KI-Experten, Lösungsanbieter und produzierende Unternehmen zusammenbringt. Diese Plattform wird sukzessive um Funktionalitäten erweitert. Angefangen bei einer intelligenten Partnervermittlung, über einen Datenraum bis hin zu einem Baukasten für die KI-Entwicklung stellt der KI-Marktplatz den Akteuren auf der Plattform Werkzeuge zur Entwicklung innovativer KI-Anwendungen bereit. Dabei setzt der KI-Marktplatz auf ein vertrauensbasiertes Konzept mit einer entsprechenden IT-Architektur, die Datensouveränität und faire Transaktionsmechanismen ermöglicht.

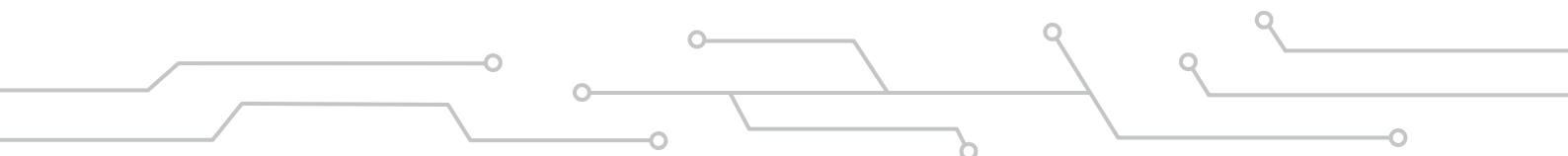


Literaturverzeichnis

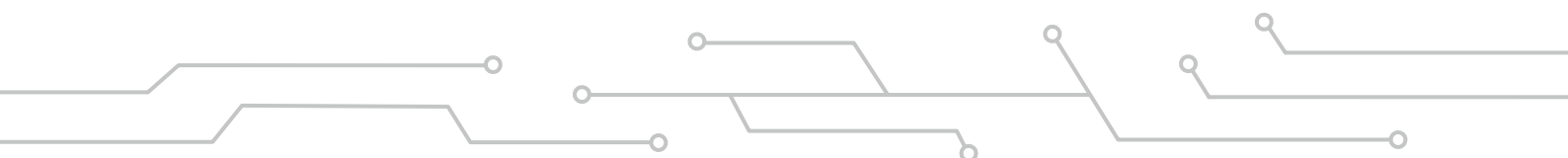
- [aca16] ACATECH: Innovationspotenziale der Mensch-Maschine-Interaktion. acatech IMPULS, Herbert Utz Verlag GmbH, München, 2016
- [aca17-ol] ACATECH: Innovationsindikator 2017. Unter: https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2018/03/Innovationsindikator_2017.pdf, 29. Juli 2020
- [AH18] AMODEI D. HERNANDEZ, D.: AI and Compute. Unter: <https://openai.com/blog/ai-and-compute/>, 9. September 2020
- [Ano20-ol] Anodot: Anodot Autonomous Forecast. Unter: <https://www.anodot.com/autonomous-forecast/>, 10. Juli 2020
- [Aut20-ol] AUTODESK INC.: The Future of Making – Generative Design for Manufacturing with Fusion 360. Unter: <https://www.autodesk.com/solutions/generative-design>, 28. Juli 2020
- [BD17] BITKOM E. V.; DFKI: Künstliche Intelligenz - Wirtschaftliche Bedeutung, gesellschaftliche Herausforderungen, menschliche Verantwortung, 2017
- [BFH+18-ol] BRETZ, L.; FOULLOIS, M.; HILLEBRAND M.; BERENIJAZOV, R.: Engineering Intelligence - KI-Kompetenz wird für Entwickler immer wichtiger. Unter: <https://www.it-production.com/produktentwicklung/ki-kompetenz-entwickler/>, 15. Juni 2020
- [Bor94] BORMANN, S.: Virtuelle Realität - Genese und Evaluation. Addison-Wesley, Bonn, 1994
- [BS06] BULLINGER, H-J.; SCHEER, A.-W. (Hrsg.): Service Engineering. Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg, 2006
- [BS18] BROWN, N.; SANDHOLM, T.: Superhuman AI for heads-up no-limit poker: Libratus beats top professionals. Science, (359) 6374, 2018, S. 418-424



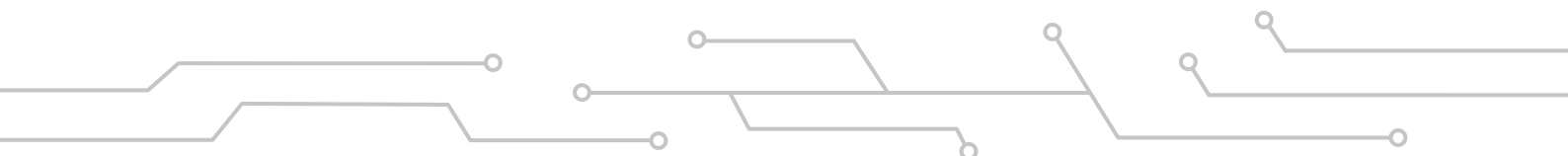
- [BS19] BUXMANN, P.; SCHMIDT, H.: Künstliche Intelligenz. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2019
- [Bun18-ol] BUNDERVERBAND DER DEUTSCHEN INDUSTRIE: Innovationsindikator 2018 – Deutschland liegt deutlich hinter Spitzenreitern. Unter: <https://bdi.eu/artikel/news/innovationsindikator-2018-deutschland-liegt-deutlich-hinter-spitzenreitern/>, 29. Juli 2020
- [CHH02] CAMPBELL, M.; HOANE JR, A. J.; HSU, F.-H.: Deep blue. Artificial intelligence, (134) 1-2, 2002, S. 57-83
- [DDF20] DUMITRESCU, R.; DREWEL, M.; FALKOWSKI, T.: KI-Marktplatz: Das Ökosystem für Künstliche Intelligenz in der Produktentstehung. ZWF Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, (115) 1-2, 2020, S. 86-90
- [DL07] DING, X.; LIU, B.: The utility of linguistic rules in opinion mining. In: Kraaij, W.; Vries, A. P. de; Clarke, C. L. A.; Fuhr, N.; Kando, N. (Hrsg.): Proceedings of the 30th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval - SIGIR '07. the 30th annual international ACM SIGIR conference, 23.07.2007 - 27.07.2007, Amsterdam, The Netherlands, ACM Press, New York, New York, USA, 2007, S. 811
- [EAS12] EIGNER, M.; ANDERL, R. ; STARK, R.: Interdisziplinäre Produktentstehung: Smart Engineering. Springer, 2012, S. 7-16
- [FSF+20-ol] FRIETSCH, R.; SCHUBERT, T.; FELDENHEIMER, A.; RAMMER, C.: Innovationsindikator 2020. Unter: <http://www.innovationsindikator.de/2020/>, 29. Juli 2020
- [Gar02] GARDNER, H.: Intelligenzen: Die Vielfalt des menschlichen Geistes. Klett-Cotta, 2002
- [Gar18-ol] GARTNER: Gartner Identifies the Top 10 Strategic Technology Trends for 2019. Unter: <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2018-10-15-gartner-identifies-the-top-10-strategic-technology-trends-for-2019>, 2. Dezember 2020



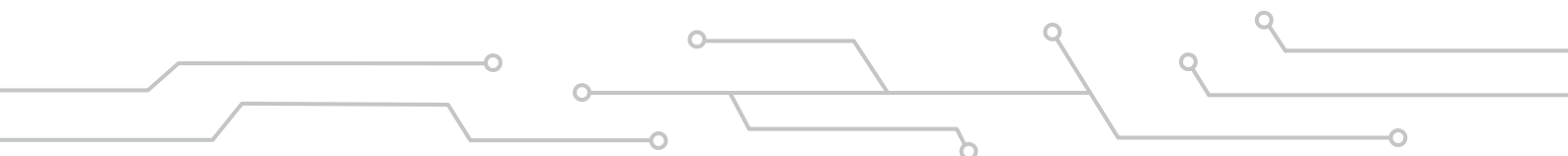
- [GAD+14] GAUSEMEIER, J.; AMSHOFF, B.; DÜLME, C.; KAGE, M.: Strategische Planung von Marktleistungen im Kontext Industrie 4.0. In: Gausemeier, J. (Hrsg.): Vorausschau und Technologieplanung. 10. Symposium für Vorausschau und Technologieplanung, Symposium für Vorausschau und Technologieplanung, Band 334, Verlagsschriftenreihe des Heinz Nixdorf Instituts, Paderborn, 2014, S. 6-36
- [GDE+19] GAUSEMEIER, J.; DUMITRESCU, R.; ECHTERFELD, J.; PFÄNDER, T.; STEFFEN, D.; THIELEMANN, F.: Innovationen für die Märkte von morgen – Strategische Planung von Produkten, Dienstleistungen und Geschäftsmodellen. Hanser, München, 2019
- [GTD13] GAUSEMEIER, J.; TSCHIRNER, C.; DUMITRESCU, R.: Der Weg zu intelligenten technischen Systemen. Industrie Management, (29) 1, 2013, S. 49
- [GWS+19-ola] GEISSBAUER, R.; WUNDERLIN, J.; SCHRAUF, S.; KRAUSE, J. H.; MORR, J.-T.; ODENKIRCHEN, A.: Industrie 4.0: Digitale Produktentwicklung verschafft Industrieunternehmen klare Wettbewerbsvorteile. Unter: <https://www.pwc.de/de/pressemitteilungen/2019/industrie-4-0-digitale-produktentwicklung-verschafft-industrieunternehmen-klare-wettbewerbsvorteile.html>, 15. Juli 2020
- [GWS+19-olb] GEISSBAUER, R.; WUNDERLIN, J.; SCHRAUF, S.; KRAUSE, J. H.; MORR, J.-T.; ODENKIRCHEN, A.: Digital Product Development 2025 – Agile, Collaborative, AI Driven and Customer Centric. Unter: <https://www.pwc.de/de/digitale-transformation/pwc-studie-digital-product-development-2025.pdf>, 15. Juli 2020
- [HDP+17] HECKER, D.; DÖBEL, I.; PETERSEN, U.; RAUSCHERT, A.; SCHMITZ, V.; VOSS, A.: Zukunftsmarkt Künstliche Intelligenz - Potenziale und Anwendungen. Fraunhofer-Allianz Big Data, 2017
- [Hig12] HIGH, R.: The era of cognitive systems: An inside look at IBM Watson and how it works. IBM Corporation, Redbooks, 2012, S.1-16



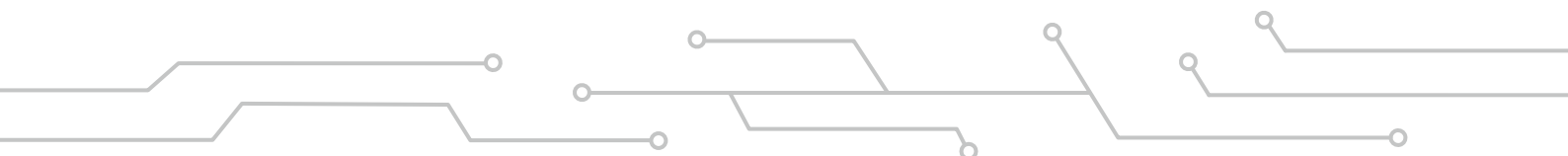
- [JL20-ol] JAMRISKO, M.; LU, W.: Bloomberg Innovation Index – Germany Breaks Korea’s Six-Year Streak as Most Innovative Nation. Unter: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-01-18/germany-breaks-korea-s-six-year-streak-as-most-innovative-nation>, 29. Juli 2020
- [KJ18-ol] KLÄS, M.; JEDLITSCHKA, A.: Maschinelles Lernen und KI – warum tun wir uns im Engineering schwer damit? Unter: <https://blog.iese.fraunhofer.de/maschinelles-lernen-und-ki-im-engineering/>, 27. Juli 2020
- [Liu18-ol] LIU, S.: Man Plus Machine: IBM Bringing AI to Requirements Management. Unter: <https://www.ibm.com/blogs/internet-of-things/iot-ibm-announces-ai-for-requirements-management/>, 20. Juli 2020
- [MB02] MEIREN, T.; BARTH, T.: Service Engineering in Unternehmen umsetzen – Leitfaden für die Entwicklung von Dienstleistungen. Service Engineering, Fraunhofer-IRB-Verl., Stuttgart, 2002
- [McK17-ol] MCKINSEY & COMPANY: Smartening up with Artificial Intelligence (AI) – What’s in it for Germany and its Industrial Sector. Unter: <https://www.mckinsey.de/~media/McKinsey/Locations/Europe%>, 15. Juli 2020
- [McK18-ol] MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE: Notes from the Frontier - Modeling the Impact of AI on the Worldeconomy. Unter: <https://www.mckinsey.de/~media/McKinsey/Locations/Europe%>, 10. Juni 2020
- [MHG20] MARITNEZ-PLUMED, F.; HERNÁNDEZ-ORALLO, J.; GÓMEZ, E.: Tracking the Impact and Evolution of AI: The Alcollaboratory, 2020
- [MLF+18] MARITNEZ-PLUMED, F.; LOE, B. S.; FLACH, P.; O HEIGEARTAIGH, S.; VOLD, K.; HERNÁNDEZ-ORALLO, J.: The facets of artificial intelligence: a framework to track the evolution of AI: International Joint Conferences on Artificial Intelligence, 2018, S. 5180-5187



- [MWM+18] MAYR, A.; WEIGELT, M.; MASUCH, M.; MEINERS, M.; HÜTTEL, F.; FRANKE, J.: Application Scenarios of Artificial Intelligence in Electric Drives Production. *Procedia Manufacturing*, (24), 2018, S. 40-47
- [O'R17-ol] O'REILEY, L.: A Japanese ad agency invented an AI creative director - and ad execs preferred its ad to a human's. Unter: <https://www.businessinsider.com/mccann-japans-ai-creative-director-creates-better-ads-than-a-human-2017-3?r=DE&IR=T>, 28. Juli 2020
- [PD16-ol] PURDY, M.; DAUGHERTY, P.: Why Artificial Intelligence is the Future of Growth. Unter: https://www.accenture.com/t20170524t055435_w_/ca-en/_acnmedia/pdf-52/accenture-why-ai-is-the-future-of-growth.pdf, 15. Juni 2020
- [Rie07] RIEGLER, A.: *The goose, the fly, and the submarine navigator*, 2007
- [RN10] RUSSELL, S. J.; NORVIG, P.: *Artificial Intelligence: a modern approach*. 3. Auflage, Pearson, 2010
- [SAS20-ola] SAS INSTITUTE INC.: SAS FORECAST SERVER - Forecasting software that automatically generates large numbers of high-quality forecasts. Unter: https://www.sas.com/en_us/software/forecast-server.html, 28. Juli 2020
- [SAS20-olb] SAS INSTITUTE INC.: SAS FIELD QUALITY ANALYTICS - Improve quality performance, boost customer satisfaction and protect brand equity. Unter: https://www.sas.com/en_us/software/field-quality-analytics.html, 28. Juli 2020
- [SBW+18] SEIFERT, I.; BÜRGER, M.; WANGLER, L.; CHRISTMANN-BUDIAN, S.; ROHDE, M.; GABRIEL, P.; ZINKE, G.: *Potenziale der künstlichen Intelligenz im produzierenden Gewerbe in Deutschland*. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) im Rahmen der Begleitforschung zum Technologieprogramm PAiCE - Platforms | Additive Manufacturing | Imaging | Communication | Engineering, 2018



- [Sea80] Searle, J. R.: Minds, brains, and programs. Behavioral and Brain Sciences 3 (3), 1980, S. 417-457
- [SFT+18] SHI, Y.; FU, H.; TIAN, Y.; KRZHIZHANOVSKAYA, V.V.; LEES, M.H.; DONGARRA, J.; SLOOT, P.M.A. (HRSG.): Computational Science – ICCS 2018. Lecture Notes in Computer Science, Springer International Publishing, Cham, 2018
- [SH18] SKILTON, M.; HOVSEPIAN, F.: The 4th Industrial Revolution – Responding to the Impact of Artificial Intelligence on Business. Springer International Publishing, Cham, 2018
- [SHB19] SHABESTARI, S. S.; HERZOG, M.; BENDER, B.: A Survey on the Applications of Machine Learning in the Early Phases of Product Development. Proceedings of the Design Society: International Conference on Engineering Design, (1) 1, 2019, S. 2437-2446
- [SKM19] SATZGER, G.; KÜHL, N.; MARTIN, A.: Unterstützung der Wissensarbeit durch Künstliche Intelligenz - Anforderungen an die Gestaltung maschinellen Lernens. Frühjahrstagung 2019 der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft GfA, Dortmund, 2019
- [VDMA17] VDMA: Maschinenbau in Zahl und Bild 2017. Frankfurt am Main, 2017
- [Wah17] WAHLMÜLLER-SCHILLER, C.: Künstliche Intelligenz – wohin geht die Reise? e & i Elektrotechnik und Informationstechnik, (134) 7, 2017, S. 361-363
- [ZEW20] LEIBNIZ-ZENTRUM FÜR EMPIRISCHE WIRTSCHAFTSFORSCHUNG (ZEW): Innovationen in der deutschen Wirtschaft – Indikatorenbericht zur Innovationserhebung 2019. Mannheim, 2020



Impressum

Erscheinungsjahr:

2021

Erscheinungsort:

Paderborn

Herausgeber:

Heinz Nixdorf Institut, Universität Paderborn

Verfasser:

Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu

M.Sc. Leon Özcan

M.Sc. Patrick Ködding

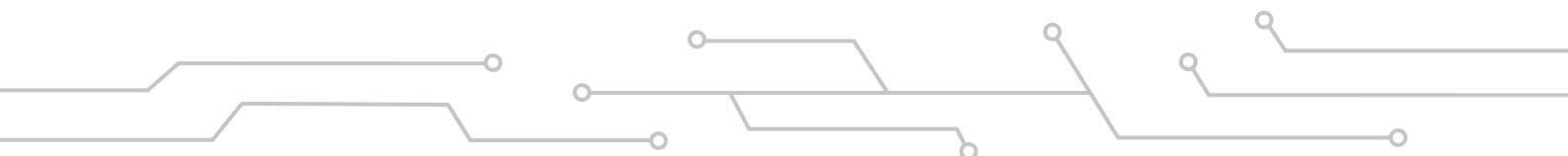
M.Sc. Marc Foullois

M.Sc. Ruslan Bernijazov

Gestaltung

Anika Fischer

© 2021



HEINZ NIXDORF INSTITUT
UNIVERSITÄT PADERBORN

Heinz Nixdorf Institut
Universität Paderborn
Fürstenallee 11
33102 Paderborn
Telefon +49 (0) 5251 | 60 62 67
Telefax +49 (0) 5251 | 60 62 68
www.hni.uni-paderborn.de

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages